

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-220163

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 01 R 27/28			G 01 R 27/28	Z
29/02			29/02	L
31/00			31/00	
H 04 L 25/02	3 0 2	9199-5K	H 04 L 25/02	3 0 2 A
27/00			27/00	A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平7-29607

(22)出願日 平成7年(1995)2月17日

(71)出願人 000000572
アンリツ株式会社
東京都港区南麻布5丁目10番27号

(72)発明者 石部 和彦
東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ
ツ株式会社内

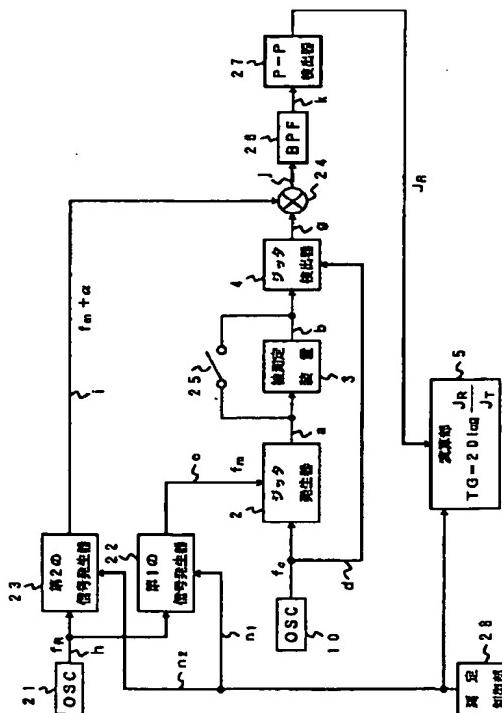
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 ジッタ伝達特性測定装置

(57)【要約】

【目的】 位相ゆらぎ等に起因する高周波雑音をBPFで簡単に除去でき、高いダイナミックレンジを有するジッタ伝達特性を測定する。

【構成】 第1の信号発生器22から出力される変調周波数 f_1 を有する変調信号eをジッタ発生器2へ印加し得られるジッタ試験信号aを被試験装置3へ印加し、被試験装置3を経由したジッタ試験信号bのジッタ量をジッタ検出器4で検出する。ジッタ検出器4のジッタ検出信号gと、第2の信号発生器23から出力された変調周波数 f_2 と中間周波数 α とを加算した周波数($f_2 + \alpha$)を有するローカル信号iとを信号合成して、変調周波数成分を除去する。そして、この合成信号jを通過中心周波数 F_c が前記中間周波数 α に設定されたBPF26を通過させて位相ゆらぎ等の起因する高周波雑音を除去した後、ジッタ伝達特性TGを算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 変調周波数を有する変調信号を発生する第1の信号発生器(22)と、

この第1の信号発生器から出力される変調信号の変調周波数に中間周波数を加算した周波数を有するローカル信号を発生する第2の信号発生器(23)と、

外部から入力した入力信号を前記変調信号でジッタ変調して変調したジッタ試験信号を被測定装置(3)へ印加するジッタ発生器(2)と、

前記被測定装置を経由したジッタ試験信号のジッタ量を検出してジッタ検出信号を出力するジッタ検出器(4)と、

このジッタ検出器から出力されたジッタ検出信号と前記第2の信号発生器から出力されたローカル信号とを信号合成して合成信号を出力する信号合成器(24)と、

通過中心周波数が前記中間周波数に設定され、前記信号合成器の合成信号から前記中間周波数の信号成分を抽出するバンドパスフィルタ(26)と、

このバンドパスフィルタの出力信号から得られる出力ジッタ量と前記ジッタ発生器から得られる入力ジッタ量とから前記被測定装置のジッタ伝達特性を評価する演算部(5)とを備えたジッタ伝達特性測定装置。

【請求項2】 前記バンドパスフィルタの温度を検出する温度検出手段(31)と、

前記バンドパスフィルタの通過中心周波数と温度との関係をデータとして記憶する温度特性テーブル(33)と、

この温度特性テーブルを用いて前記第2の信号発生器が outputする中間周波数を前記温度検出手段にて検出された温度に対応する通過中心周波数に修正する中間周波数修正手段(32, 28a)とを備えた請求項1記載のジッタ伝達特性測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は被測定装置が入力された信号に含まれるジッタをどの程度吸収できるかを評価するジッタ伝達特性測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ディジタル通信ネットワークに組込まれている各種のディジタル信号処理装置が正常に動作するか否かを評価し、又はディジタル信号処理装置の性能を評価する一つの評価基準として、被測定装置が入力された信号に含まれるジッタをどの程度吸収できるかを評価するジッタ伝達特性がある。

【0003】 このジッタ伝達特性を測定するジッタ伝達特性測定装置は例えば図7に示すように構成されている。図示するように、このジッタ伝達特性測定装置1は、大きく分けて、ジッタ試験信号aを発生して被測定装置3へ印加するジッタ発生器2と、ジッタ量を検出するジッタ検出器4と、被測定装置3を通過しないでジッタ検出器4で検出されるジッタ量J₁と、被測定装置3

を通過してジッタ検出器4で検出される出力ジッタ量J₂とからジッタ伝達特性T_Gを算出する演算部5とで構成されている。

【0004】 ジッタ発生器2は、図7に示すように、位相検出回路6とL P F (ローパスフィルタ) 7と信号合成手段8と電圧制御発振器 (VCO) 9とからなる一種のPLL回路で構成されている。外部の発振器10から出力される搬送周波数f_cを有する入力信号dが位相検出回路6の一方に入力されている。この位相検出回路6の他方には電圧制御発振器 (VCO) 9の出力が入力されている。また、変調信号発生器11から変調周波数f_eを有する変調信号eが信号合成手段8へ入力されている。

【0005】 前記入力信号dの搬送周波数f_cは通常の稼働状態に被測定装置3に入力されるデジタルデータ信号の搬送周波数である。このようなジッタ発生器2において、搬送周波数f_cを有する入力信号dがPLL回路へ入力されると、この入力信号dの位相は変調信号発生器11から出力される変調信号eの値に応じて変化を受け、最終的に電圧制御発振器9の出力の位相変化として現れる。この変化量がジッタ量に対応する。電圧制御発振器9の出力がジッタ試験信号aとしてジッタ発生器2から出力される。

【0006】 図8は入力信号dとジッタ試験信号aとの関係を示す波形図である。入力信号dに対してジッタ試験信号aが1周期(2π)分位相θが変化した場合を1UI (Unit Interval) のジッタ量とする。

【0007】 一方、ジッタ検出器4は位相検出器13とL P F (ローパスフィルタ) 14とで構成されている。

被測定装置3を経由したジッタ試験信号bは位相検出器13において、発振器10から入力された入力信号dと位相比較される。位相検出器13から出力された位相差信号は、例えば図9に示す周波数特性を有したL P F 14で高周波成分が除去されてジッタ検出信号gとしてp-p検出器15へ送出される。p-p検出器15はジッタ検出信号gのp-p値を測定し、被測定装置3を通過しない時のジッタ量をJ₁、通過した時のジッタ量をJ₂として検出して演算部5へ送出する。

【0008】 演算部5は、p-p検出器15から入力された入力ジッタ量J₁と出力ジッタ量J₂とから下式でジッタ伝達特性T_Gを算出する。

$$T_G = 20 \log [J_2 / J_1]$$

そして、変調信号発生器11から出力される変調信号eの変調周波数f_eを所定の測定周波数範囲内で走査させた場合における各変調周波数におけるジッタ伝達特性T_Gを測定して、例えば図10に示す点線で示す実測値を得る。そして、この測定されたジッタ伝達特性T_Gが実線で示す規格値以下であることを確認する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図7に

示すジッタ伝達特性測定装置においてもまだ解消すべき次の課題があった。すなわち、ジッタ検出器4に組込まれたL P F 1 4は図9に示す周波数特性を有している。この周波数特性における遮断周波数 f_{c1} は、変調信号eの変調周波数 f_v が広い範囲で変化するために予め高い値に設定されている。

【0010】その結果、変調信号eにおける変調周波数 f_v 以外の、例えば位相ゆらぎに起因する位相雑音成分までこのL P F 1 4を通過してしまう。その結果、前記遮断周波数 f_{c1} 以下の高周波の位相雑音成分がジッタ伝達特性TGに含まれてしまい、図10における点線で示すように、高周波領域で破線で示す正しい値と離れてしまう。

【0011】そして、本来は被測定装置3のジッタ伝達特性TGは実線で示す規格以下であるのにもかかわらず、規格を満たさないと判断される虞れがある。このような不都合を解消するためには、図7に示すp-p検出器15の代りに、図11に示す選択レベルメータ16を用いて、変調信号eの変調周波数 f_v の周波数成分のみの信号レベルを検出することが考えられる。

【0012】しかし、この場合、選択レベルメータ16で選択する周波数を変調信号発生器11から出力される変調信号eの変調周波数 f_v に一致させる必要があり、同期回路等の回路構成が複雑化する問題が生じる。

【0013】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、ジッタ検出器で得られるジッタ検出信号を中間周波数信号に変換してジッタ評価することによって、測定されたシッタ伝達特性から位相ゆらぎ等に起因する高周波雑音を除去でき、測定値のダイナミックレンジを拡大でき、高い測定精度でジッタ伝達特性を測定できるジッタ伝達特性測定装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解消するために、本発明のジッタ伝達特性測定装置においては、変調周波数を有する変調信号を発生する第1の信号発生器と、第1の信号発生器から出力される変調信号の変調周波数に中間周波数を加算した周波数を有するローカル信号を発生する第2の信号発生器と、外部から入力した入力信号を変調信号でジッタ変調して変調したジッタ試験信号を被測定装置へ印加するジッタ発生器と、被測定装置を経由したジッタ試験信号のジッタ量を検出してジッタ検出信号を出力するジッタ検出器と、ジッタ検出器から出力されたジッタ検出信号と第2の信号発生器から出力されたローカル信号とを信号合成して合成信号を出力する信号合成器と、通過中心周波数が中間周波数に設定され、信号合成器の合成信号から中間周波数の信号成分を抽出するバンドパスフィルタと、バンドパスフィルタの出力信号から得られる出力ジッタ量とジッタ発生器から得られる入力ジッタ量とから被測定装置のジッタ伝達特

性を評価する演算部とを備えている。

【0015】また、別の発明においては、上記発明におけるジッタ伝達特性測定装置の各手段に加えて、バンドパスフィルタの温度を検出する温度検出手段と、バンドパスフィルタの通過中心周波数と温度との関係をデータとして記憶する温度特性テーブルと、温度特性テーブルを用いて第2の信号発生器が outputする中間周波数を温度検出手段にて検出された温度に対応する通過中心周波数に修正する中間周波数修正手段とを備えている。

【0016】

【作用】このように構成されたジッタ伝達特性測定装置においては、ジッタ発生器は入力信号を第1の信号発生器から送出された変調信号の変調周波数でジッタ変調を行ってジッタ試験信号として被測定装置へ印加する。ジッタ検出器は被測定装置を経由したジッタ試験信号からジッタ量を検出してジッタ検出信号を出力する。

【0017】このジッタ検出信号は信号合成器で第2の信号発生器から出力された変調周波数に中間周波数を加算した周波数を有するローカル信号と信号合成される。

【0018】この信号合成器にて変調周波数成分が相殺されて、信号合成器から出力される合成信号はジッタ量に対応した中間周波数の信号成分のみが含まれる。変調周波数は変化するが中間周波数はほぼ固定である。したがって、この合成信号を通過中心周波数が中間周波数に設定されたバンドパスフィルタ(BPF)にて変調周波数成分以外の位相ゆらぎ等に起因する高周波成分を除去でき、測定されたジッタ伝達特性のダイナミックレンジを広くでき、測定精度が向上する。

【0019】また、別の発明においては、前記中間周波数成分を抽出するバンドパスフィルタの通過中心周波数の温度特性を温度特性テーブルに記憶保持している。そして、温度が変化した場合は、第2の信号発生器のローカル信号における中間周波数を変化後の温度に対応する通過中心周波数に一致させている。よって、たとえ周囲温度変化に起因してバンドパスフィルタの通過中心周波数が変化したとしても、このバンドパスフィルタから常に正しい中間周波数成分を含んだ出力信号が得られるので、最終的に得られるジッタ伝達特性の測定精度をさらに向上できる。

【0020】

【実施例】以下本発明の一実施例を図面を用いて説明する。図1は実施例のジッタ伝達特性測定装置の概略構成を示すブロック図である。図7に示すジッタ伝達特性測定装置と同一部分には同一符号が付してある。したがって、重複する部分の詳細説明は省略されている。

【0021】例えば水晶発振器等の基準発振器21から出力された基準周波数 f_1 を有する基準信号 h は第1の信号発生器22及び第2の信号発生器23へ入力される。第1の信号発生器22は、例えば図2に示すように、位相アキュムレータ22a、加算器22b、波形メ

モリ22c、D/A変換器22d、位相制御部22e及び制御端子22fからなる一種の周波数合成器（シンセサイザ）で構成されている。なお、この第1の信号発生器22として、DDS（ダイレクト・デジタル・シンセサイザ）を使用することも可能である。

【0021】この場合、入力された基準周波数 f_b に対して制御端子22fに入力された制御信号 n_1 が指定する32ビットの指定周波数値に基づいて、乗算加減演算を行って、波形メモリ22cから順番に波形値を読み出してD/A変換器で指定周波数を有するアナログの信号を出力する。この時の設定データと出力周波数の関係は $f_a = (f_b / 2^{11}) n_1$ の関係を有する。

【0022】このように、第1の信号発生器22は制御端子22fに測定制御部28から印加された制御信号 n_1 が指定する周波数を有した信号を出力する。第2の信号発生器23も第1の信号発生器22と同一構成を有しており、測定制御部28から印加された制御信号 n_2 が指定する周波数を有した信号を出力する。

【0023】そして、第1の信号発生器22は変調周波数 f_a を有する変調信号 e をシッタ発生器2へ印加する。また、第2の信号発生器23は前記変調周波数 f_a に対して予め定められた固定の中間周波数 α を加算した周波数 $(f_a + \alpha)$ を有するローカル信号 i を信号合成器24へ印加する。第1、第2の変調周波数 f_a は測定制御部28からの制御信号 n_1, n_2 によって連動して変化する。

【0024】また、外部の発振器10から出力される搬送周波数 f_c を有する入力信号 d がジッタ発生器2へ入力される。ジッタ発生器2は、入力信号 d を変調信号 e でジッタ変調して、ジッタ試験信号 a として被測定装置3へ印加する。また、被測定装置3に印加されるジッタ試験信号 a を被測定装置3を通さずにジッタ検出器4で検出し、入力ジッタ量 J_a として演算部5へ送出する。

【0025】ジッタ検出器4は被測定装置3を経由したジッタ試験信号 b のジッタ量を検出してジッタ検出信号 g を次の信号合成器24へ送出する。なお、被測定装置3の入出力端子間にはジッタ量を校正するときに用いる短絡スイッチ25が接続されている。

【0026】信号合成器24はジッタ検出器4から出力されたジッタ検出信号 g と第2の信号発生器23から出力されたローカル信号 i とを信号合成して、合成信号 j を出力する。ジッタ検出器4から出力されるジッタ検出信号 g にはジッタ量に対応する変調周波数 f_a 成分が含まれ、第2の信号発生器23から出力されるローカル信号 i には変調周波数 f_a と中間周波数 α とを加算した周波数 $(f_a + \alpha)$ 成分が含まれるので、信号合成することによって、変調周波数 f_a 成分が相殺され、合成信号 j にはジッタ量に対応する中間周波数 α の成分のみが残る。

【0027】この合成信号 j は次のBPF（バンドパス

フィルタ）26へ入力される。このBPF26の通過中心周波数 F_c は第2の信号発生器23で設定される中間周波数 α に設定されている。したがって、このBPF26は信号合成器24から出力された合成信号 j に含まれる中間周波数 α 以外の位相ゆらぎ等に起因する高周波雑音やレベル変動等に起因する低周波雑音が除去される。

【0028】BPF26の出力信号 k はp-p検出器27へ入力される。p-p検出器27は出力信号 k のp-p値を検出して演算部5へ送出する。演算部5は、一種のマイクロコンピュータで構成されており、入力ジッタ量 J_a と出力ジッタ量 J_b とから下式で示すジッタ伝達特性 TG を算出する。

$$[0029] TG = 20 \log [J_b / J_a]$$

そして、測定制御部28からの制御信号 n_1, n_2 にて第1信号発生器22から出力される変調信号 e の変調周波数 f_a 及び第2の信号発生器23から出力されるローカル信号 i の周波数 $(f_a + \alpha)$ のうちの変調周波数 f_a を同期させて測定周波数範囲に亘って走査させる。そして、この走査過程における各変調周波数 f_a におけるジッタ伝達特性 TG を測定して、この測定されたジッタ伝達特性 TG が規格値以下であることを確認する。

【0030】このように構成されたジッタ伝達特性測定装置においては、ジッタ発生器2は入力信号 d を第1の信号発生器22から送出された変調信号 c の変調周波数 f_a でジッタ変調を行ってジッタ試験信号 a として被測定装置3へ印加する。ジッタ検出器4は被測定装置3を経由したジッタ試験信号 b からジッタ量を検出してジッタ検出信号 g を出力する。ジッタ検出信号 g は信号合成器24で第2の信号発生器23から出力された変調周波数 f_a に中間周波数 α を加算した周波数 $(f_a + \alpha)$ を有するローカル信号 i と信号合成される。その結果、信号合成器24にて変調周波数成分が相殺されて、信号合成器24から出力される合成信号 j はジッタ量に対応した中間周波数 α の信号成分のみが含まれる。

【0031】この場合、変調周波数 f_a は測定制御部28からの制御信号 n_1, n_2 にて測定周波数全域に亘って順次変化していくが、中間周波数 α は固定値である。したがって、信号合成器24の合成信号 j を、通過中心周波数 F_c が中間周波数 α に設定されたBPF26を通過させることによって、ジッタ量に対応する合成信号 j に含まれる中間周波数 α 以外の位相ゆらぎ等に起因する高周波雑音やレベル変動等に起因する低周波雑音が除去される。

【0032】このように、ジッタ検出器4で検出されたジッタ検出信号 g を中間周波数 α のみを含む中間周波数信号（合成信号 j ）に変換することによって、BPF26の通過中心周波数 F_c を変調周波数 f_a の変化に対応して変化させる必要がなく、簡単な構成で、測定されたジッタ伝達特性 TG のダイナミックレンジを広くでき、測定精度を向上させることができる。

【0033】図3は本発明の他の実施例に係わるジッタ伝達特性測定装置の概略構成を示すブロック図である。図1に示す実施例装置と同一部分には同一符号が付してある。したがって、重複する部分の詳細説明を省略する。

【0034】この実施例装置における信号合成器24の合成信号jが入力されるBPF(バンドパスフィルタ)は、例えば図4に示すように、3つの抵抗30a, 30b, 30cと2つのコンデンサ30d, 30eと一つのOPアンプ30fから構成された最も簡単でかつ安価なBPFである。このような、R, C, OPアンプ等で構成されたBPF30において、図5に示すように、通過周波数帯域幅W_bを例えば40Hz以下非常に狭い幅に設定すると、抵抗、コンデンサの温度特性によって、通過中心周波数F_cが周囲の温度Tの変化に応じて簡単に変化する。

【0035】BPF30の通過中心周波数F_cは温度Tが例えば室温(T=25°C)に制御された状態において、予め設定された中間周波数α₁に設定されている。そして、温度Tが変化すると、例えば図6に示すように、通過中心周波数F_cが変化する。

【0036】このBPF30内には図示しない温度センサが組込まれており、この温度センサの検出信号は図3における温度検出器31で温度Tに変換されて中間周波数制御部32へ入力される。この中間周波数制御部32内には、温度特性テーブル33が記憶されている。

【0037】この温度特性テーブル33内には、図6に示すBPF30の通過中心周波数F_cと温度Tとの関係を示す温度特性がテーブルの形式で記憶されている。中間周波数制御部32は温度検出器31から温度Tが入力されると、温度特性テーブル33から該当温度Tに対応する通過中心周波数F_cを検索して、この通過中心周波数F_cを中間周波数設定信号mとして測定制御部28aへ送出する。

【0038】測定制御部28aは第1の信号発生器22に対して変調周波数f_mを指定する制御信号n₁を送出する。また測定制御部28aは、第2の信号発生器23に対して、第1の信号発生器22に対する変調周波数f_mと同一の変調周波数f_mに中間周波数制御部32から出力された中間周波数設定信号mの通過中心周波数F_cに等しい中間周波数αを加算した周波数(f_m+α)を指定する制御信号n₂を送出する。

【0039】その結果、第2の信号発生器23からBPF30の温度Tに対応して変化する中間周波数αを含む周波数(f_m+α)を有するローカル信号iが信号合成器24へ送出される。

【0040】このように構成されたジッタ伝達特性測定装置においては、たとえBPF30の周囲の温度Tが大きく変化して通過中心周波数F_cが変化したとしても、第2の信号発生器23から出力されるローカル信号iの

中間周波数αは常にBPF30の通過中心周波数F_cに一致している。

【0041】なお、第1、第2の信号発生器22, 23は図2に示したようにディジタル回路のシンセサイザで構成されているので、たとえ周囲温度が変化したとしても、出力周波数f_m, (f_m+α)はほとんど変化しない。

【0042】したがって、たとえ図4に示すような簡単でかつ安価な構成のBPF30を用いたとしても、ジッタ量に対応する合成信号iに含まれる中間周波数α以外の位相ゆらぎ等に起因する高周波雑音やレベル変動等に起因する低周波雑音をより確実に除去でき、より安価な回路部品を用いた簡単な構成で、測定されたジッタ伝達特性TGのダイナミックレンジを広くでき、測定精度をより一層向上させることができる。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように本発明ジッタ伝達特性測定装置においては、ジッタ検出器から出力されるジッタ検出信号を変調周波数と中間周波数とを加算した周波数を有するローカル信号と信号合成することによって、このジッタ検出信号を中間周波数のみを有するジッタ量に対応する合成信号に変換している。

【0044】したがって、この合成信号に含まれる位相ゆらぎ等に起因する高周波雑音を通過中心周波数が中間周波数に設定されたバンドパスフィルタで簡単に除去でき、測定されたシッタ伝達特性のダイナミックレンジを拡大でき、かつ高い測定精度を得ることができる。

【0045】また、上記バンドパスフィルタの通過中心周波数の温度変化に連動してローカル信号に含まれる中間周波数を変化させている。したがって、たとえバンドパスフィルタの温度が大きく変化して通過中心周波数が変化したとしても、第2の信号発生器から出力されるローカル信号の中間周波数は常にバンドパスフィルタの通過中心周波数に一致している。その結果、シッタ伝達特性の測定精度をより一層向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係わるジッタ伝達特性測定装置の概略構成を示すブロック図

【図2】 同実施例装置における第1の信号発生器の概略構成を示すブロック図

【図3】 本発明の他の実施例に係わるジッタ伝達特性測定装置の概略構成を示すブロック図

【図4】 同実施例装置におけるバンドパスフィルタの概略構成図

【図5】 同バンドパスフィルタの周波数特性図

【図6】 同バンドパスフィルタの通過中心周波数の温度特性図

【図7】 従来のジッタ伝達特性測定装置の概略構成を示すブロック図

【図8】 ジッタ量を説明するための波形図

【図9】 従来装置におけるジッタ検出器に組込まれた
バンドパスフィルタの周波数特性図

【図10】 従来装置で測定されたジッタ伝達特性図

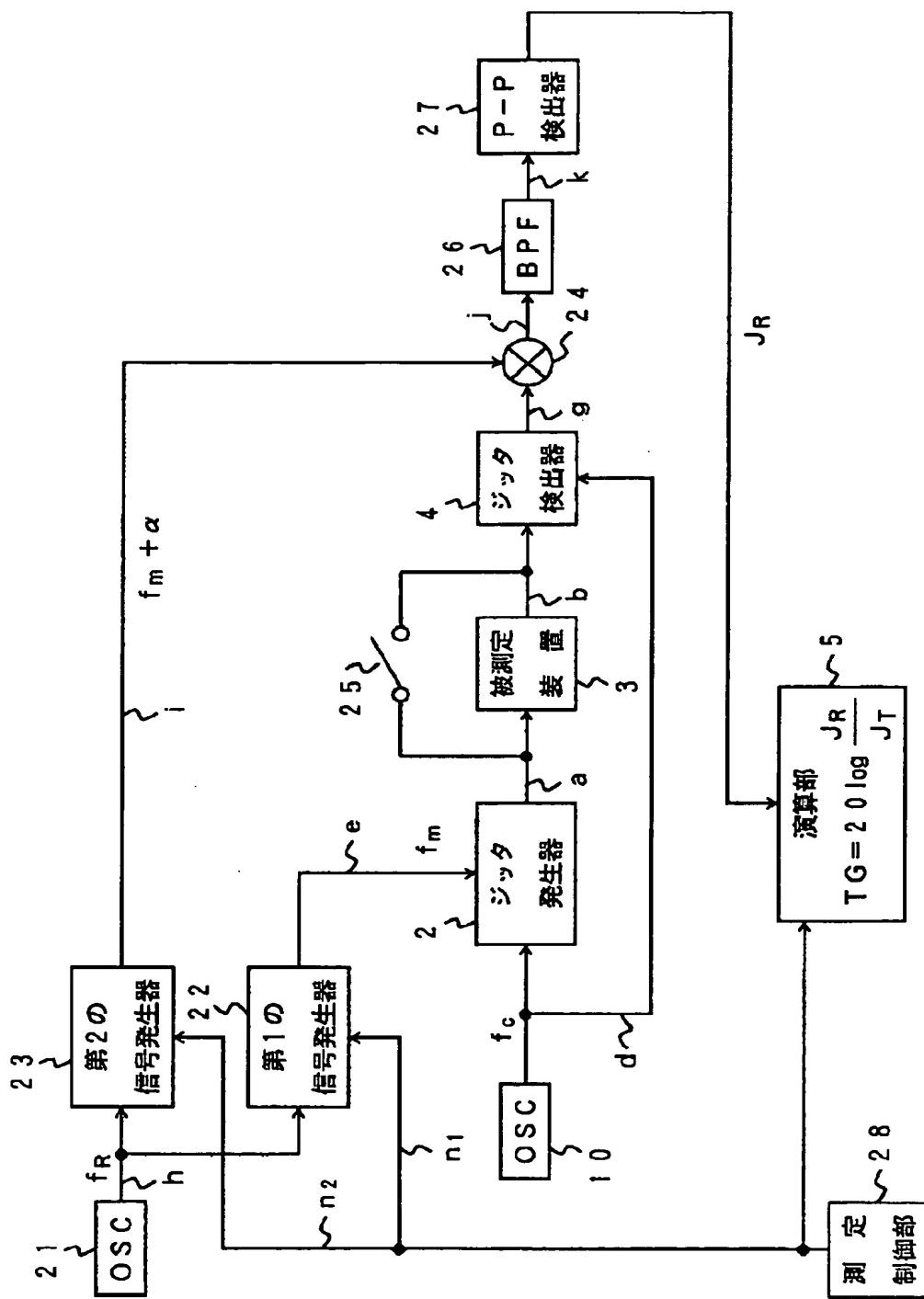
【図11】 別の従来のジッタ伝達特性測定装置の要部
を取出して示す部分ブロック図

【符号の説明】

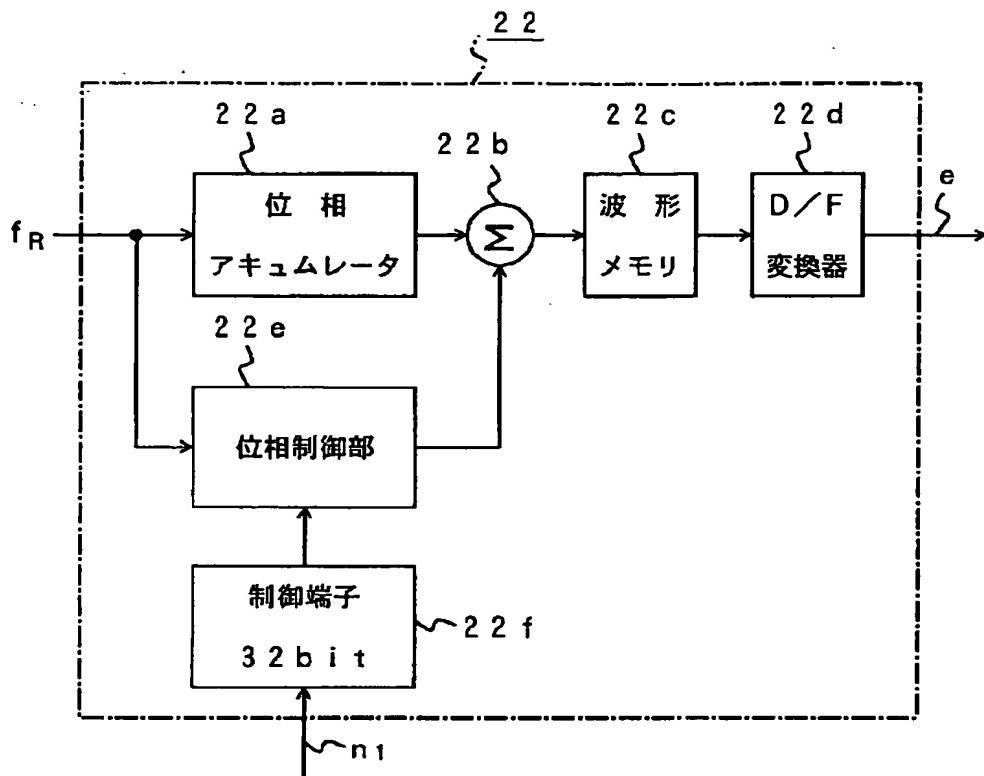
2…ジッタ発生器、3…被測定装置、4…ジッタ検出

器、5…演算部、10…発振器、21…基準発振器、22…第1の信号発生器、23…第2の信号発生器、24…信号合成器、25…短絡スイッチ、26, 30…BPF (バンドパスフィルタ)、27…p-p検出器、28, 28a…測定制御部、31…温度検出器、32…中間周波数制御部、33…温度特性テーブル

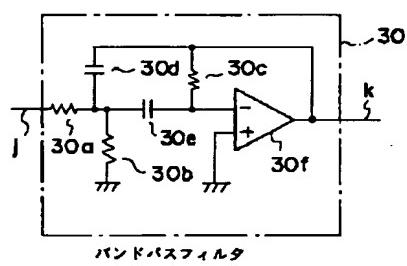
【図1】



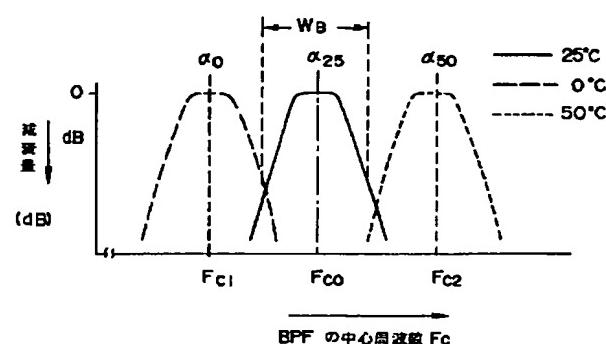
【図 2】



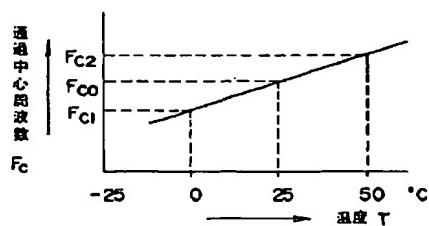
【図 4】



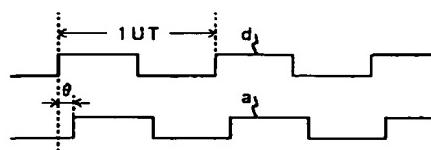
【図 5】



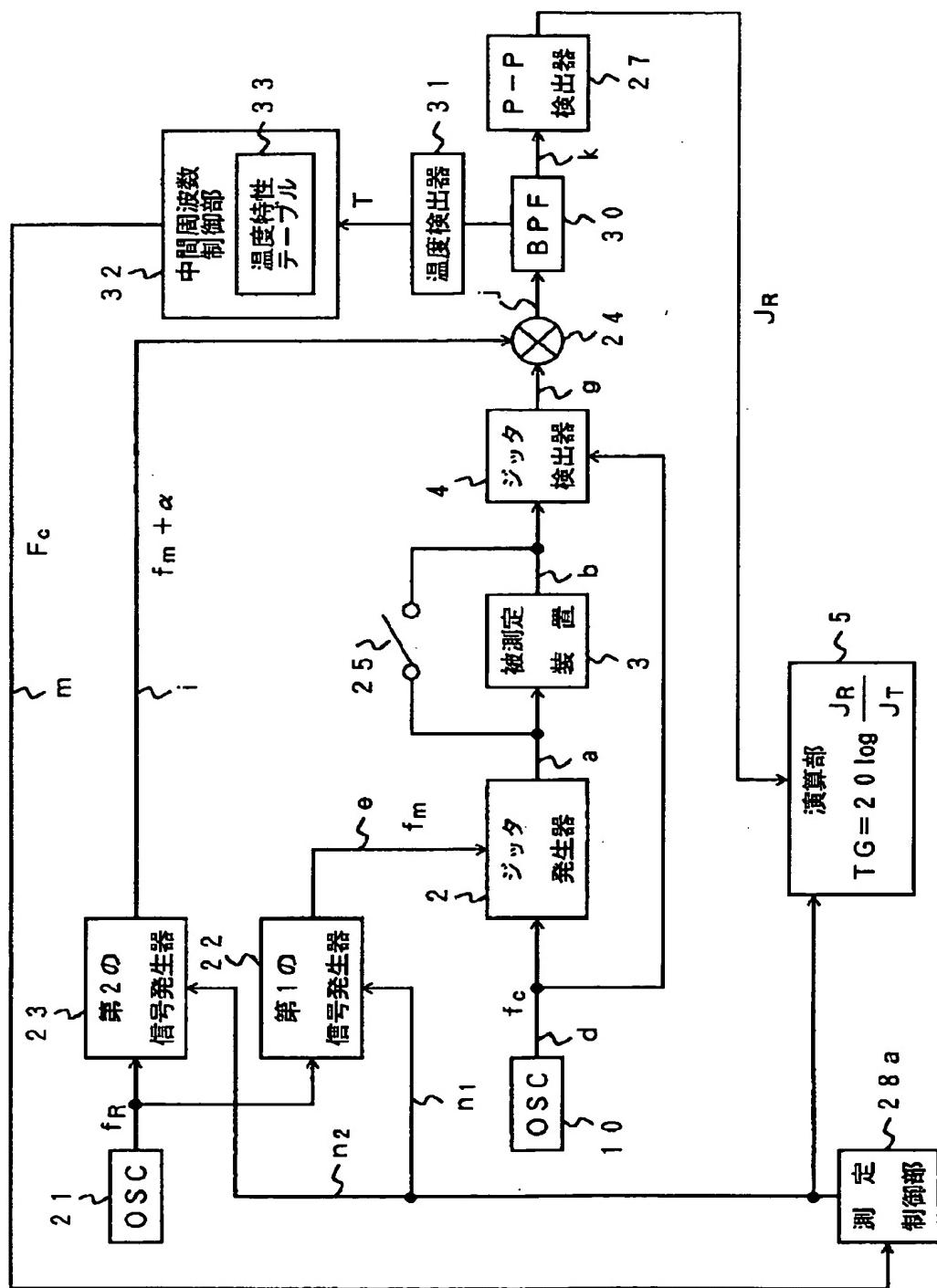
【図 6】



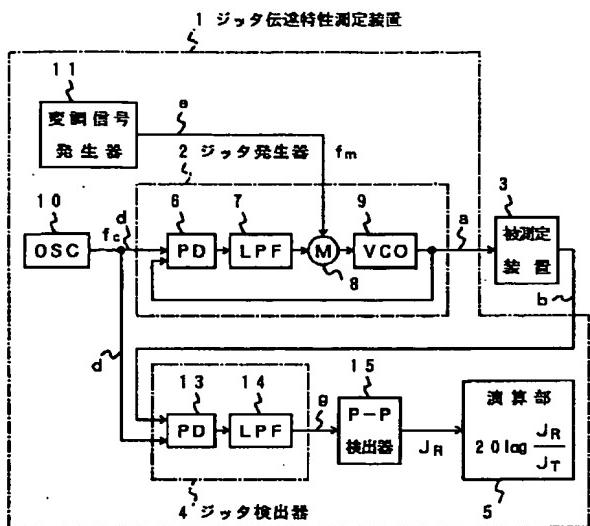
【図 8】



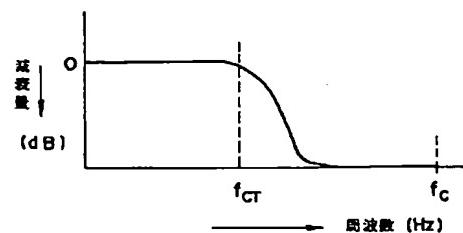
【図3】



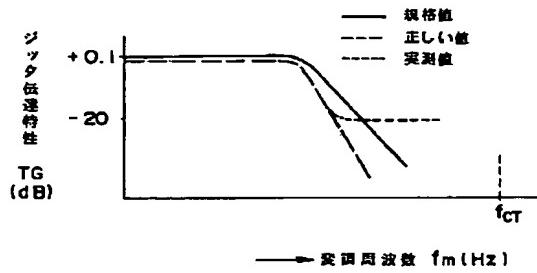
【図 7】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

